

Requested Patent: JP5021845A

Title:

MANUFACTURE OF GALLIUM NITRIDE COMPOUND SEMICONDUCTOR LIGHT
EMITTING ELEMENT ;

Abstracted Patent: JP5021845 ;

Publication Date: 1993-01-29 ;

Inventor(s): TAMAKI MASATO; KOTAKI MASAHIRO; MORI MASAKI ;

Applicant(s): TOYODA GOSEI KK ;

Application Number: JP19910201305 19910716 ;

Priority Number(s): JP19910201305 19910716 ;

IPC Classification: H01L33/00 ;

Equivalents: JP2661420B2 ;

ABSTRACT:

PURPOSE: To simplify steps of forming a pair of positive and negative electrodes of the same side in a method for manufacturing a light emitting diode of GaN compound semiconductor, to eliminate an irregularity in a light emission at a position of a blue light emission region of the diode and to improve its light emission intensity.

CONSTITUTION: In a light emitting diode 10, an electrode 7 of an i-type layer 5 is formed at a center on the layer 5, and an electrode 8 of a high carrier concentration n type layer 3 is so formed as to connect from the layer 5 to the side of the layer 3 on the periphery of the electrode 7. Thus, holes for forming conventional electrodes can be eliminated in the diode to simplify the manufacturing steps. The electrodes 7, 8 of the diode 10 are so formed that, a distance between the electrodes is substantially equalized to make the currents flowing therebetween to the same irrespective of the position of the light emission region. Then, the diode 10 can eliminate an irregularity in the light emission in the blue light emission region to improve light emission intensity.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-21845

(43) 公開日 平成5年(1993)1月29日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 33/00	C	8934-4M		
	E	8934-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 5 頁)

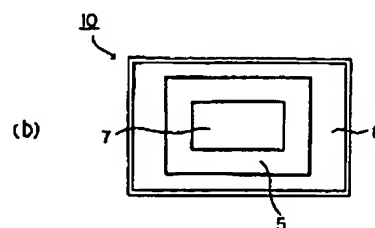
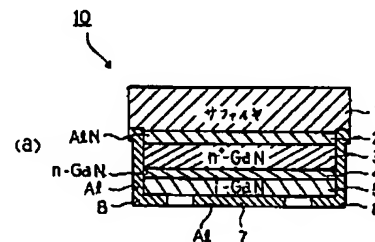
(21) 出願番号	特願平3-201305	(71) 出願人	000241463 豊田合成株式会社 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
(22) 出願日	平成3年(1991)7月16日	(72) 発明者	田牧 真人 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
		(72) 発明者	小滝 正宏 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
		(72) 発明者	森 正樹 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地 豊田合成株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 藤谷 修

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 GaN 系の化合物半導体の発光ダイオードの製造方法における同一面側の正負一対の電極形成における工程の簡略化を図ると共に発光ダイオードの青色の発光領域の部位における発光ムラをなくし、その発光強度を向上すること。

【構成】 発光ダイオード10は1層5上の中央部に1層5の電極7とその周囲に1層5上から高キャリア濃度n⁺層3の側面に接続するように高キャリア濃度n⁺層3の電極8が形成されている。これにより、発光ダイオードは、従来の電極を形成するための孔が廃止でき、その製造工程が簡素化される。又、発光ダイオード10の電極7、8は電極間距離をほぼ等しくして電極間を流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることが可能である。すると、発光ダイオード10は青色の発光領域における発光ムラがなくなり発光光度が向上される。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) から成るn層と、p型不純物を添加したi型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) から成るi層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法であって、前記n層と前記i層との層構造を有するウェーハを形成し、該ウェーハに前記i層側から前記n層が露出するように切り込みを入れた後、前記i層及び切り込まれた側面に電極となる金属を蒸着して金属層を形成し、該金属層をエッチングして前記i層上に前記i層及び前記n層の電極を形成した後、前記i層及び前記n層の一对の電極をそれぞれ有するように完全に切り離し個片とすることを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は青色発光の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】 従来、青色の発光ダイオードとしてGaN系の化合物半導体を用いたものが知られている。そのGaN系の化合物半導体は直接遷移であることから発光効率が高いこと、光の3原色の1つである青色を発光色とすること等から注目されている。このようなGaN系の化合物半導体を用いた発光ダイオードは、サファイヤ基板上に直接又は窒化アルミニウムから成るバッファ層を介させて、n導電型のGaN系の化合物半導体から成るn層を成長させ、そのn層の上にp型不純物を添加してi型のGaN系の化合物半導体から成るi層を成長させた構造をとっている(特開昭62-119196号公報、特開昭63-188977号公報)。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、図8に示すように、発光ダイオード60のi層の電極67はi層上に直接、又、n層の電極68はi層の一部に設けられた孔内を利用してAlなどの金属をそれぞれ蒸着して形成されている。上記n層の電極68を形成するための孔は、i層上を SiO_2 などで覆い、その SiO_2 によって覆われていない部位のi層とその下のn層の一部を、ドライエッチングした後、i層上に残っている SiO_2 をフッ酸で除去して形成される。上述したように、上記孔の形成手順としては、 SiO_2 などでマスクングし、RIE(Reactive Ion Etching: 反応性イオンエッチング)装置などを用いたドライエッチングなど複雑な工程を経られる。上記RIE装置のエッチング速度は、エッチング条件、材料などにより異なるが、通常1分間に数百Åから数千Å程度であり速いとされる。しかし、上記孔など途中の層部分までのエッチングではエッチング終点を時間管理するしかなく、エッチングガスなどのエッチング条件が少し変化するとエッチング量が極端に変化して

2

しまうという困難を伴うものであった。又、実際のエッチングに要する時間に段取り時間を加算した時間は相当なものとなっていた。

【0004】 又、発光ダイオード60の発光強度を向上させるには、その発光領域がi層の電極67の上部及びその近傍に位置していることから、i層の電極67の電極面積をなるべく大きくすれば良いことが知られている。ところで、上述の理由により発光ダイオード60のi層の電極67の電極面積が大きく取られるため、i層の電極67とn層の電極68との電極間距離が発光領域の部位により大きく違ってしまうことになる。そして、発光ダイオード60の電極67、68は、はんだパンパを介してリードフレーム70のリード部材71、72などにボンディングされ接合されている。すると、上記リードフレーム70のリード部材71、72にて発光ダイオード60に供給される電流は、i層の電極67とn層の電極68との電極間距離が近い抵抗の少ない部分をより多く流れることになる。従って、発光ダイオード60は発光領域において発光ムラが生じることになる。このような発光ダイオード60の発光状態においては、i層の電極67の電極面積を大きく形成したにも拘わらず余り発光強度が向上しないという問題があった。

【0005】 本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、GaN系の化合物半導体の発光ダイオードの製造方法において、同一面側の正負一对の電極形成における工程の簡略化を図ることである。又、同時に、GaN系の化合物半導体の発光ダイオードの青色の発光領域の部位における発光ムラをなくし、その発光強度を向上させることである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための発明の構成は、n型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) から成るn層と、p型不純物を添加したi型の窒化ガリウム系化合物半導体 ($\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$; $x=0$ を含む) から成るi層とを有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法であって、前記n層と前記i層との層構造を有するウェーハを形成し、該ウェーハに前記i層側から前記n層が露出するように切り込みを入れた後、前記i層及び切り込まれた側面に電極となる金属を蒸着して金属層を形成し、該金属層をエッチングして前記i層上に前記i層及び前記n層の電極を形成した後、前記i層及び前記n層の一对の電極をそれぞれ有するように完全に切り離し個片とすることを特徴とする。

【0007】

【作用及び効果】 i層上にi層の電極とその周囲に上記i層上からn層の側面に接続するn層の電極との一对の電極が形成される。これにより、発光ダイオードは同一面側にi層の電極とn層の電極とを有する構造であっても、n層の電極のための孔を不要とすることができた。

3

即ち、発光ダイオードは、孔を形成するためのエッチングが廃止でき、その製造工程が簡素化される。

【0008】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図1は本発明に係る発光ダイオード10を示し、図1(a)は縦断面図、図1(b)は電極側から見た平面図である。図1(a)において、発光ダイオード10は、サファイヤ基板1を有しており、そのサファイヤ基板1に500ÅのAlNのパッファ層2が形成されている。そのパッファ層2の下には、順に、膜厚2.2μmのGaNから成る高キャリア濃度 n^+ 層3と膜厚1.5μmのGaNから成る低キャリア濃度 n 層4が形成されており、更に、低キャリア濃度 n 層4の下に膜厚0.1μmのGaNから成る1層5が形成されている。そして、1層5の中央部に接続するアルミニウムから成る電極7が形成されている。又、図1(b)に示すように、電極7の周囲で電極間距離をほぼ等しくして高キャリア濃度 n^+ 層3に側面から接続するアルミニウムから成る電極8が形成されている。

【0009】次に、この構造の発光ダイオード10の製造工程について、図2、図3及び図4を参照して説明する。上記発光ダイオード10は、有機金属化合物気相成長法(以下、MOVPEと記す)による気相成長により製造された。用いられたガスは、 NH_3 とキャリアガス H_2 とトリメチルガリウム($Ga(CH_3)_3$) (以下、TMGと記す)とトリメチルアルミニウム($Al(CH_3)_3$) (以下、TMAと記す)とシラン(SiH_4)とジエチル亜鉛(以下、DEZと記す)である。まず、有機洗浄及び熱処理により洗浄したa面を主面とする単結晶のサファイヤ基板1をMOVPE装置の反応室に載置されたサセプタに装着する。次に、常圧で H_2 を流速2 l/分で反応室に流しながら温度1100℃でサファイヤ基板1を気相エッチングした。次に、温度を400℃まで低下させて、 H_2 を20 l/分、 NH_3 を10 l/分、TMAを 1.8×10^{-5} モル/分で供給して500Åの厚さのAlNから成るパッファ層2を形成した。次に、サファイヤ基板1の温度を1150℃に保持し、 H_2 を20 l/分、 NH_3 を10 l/分、TMGを 1.7×10^{-4} モル/分、 H_2 で0.86ppmまで希釈したシラン(SiH_4)を200ml/分の割合で30分間供給し、膜厚2.2μm、キャリア濃度 $1.5 \times 10^{18}/cm^3$ のGaNから成る高キャリア濃度 n^+ 層3を形成した。続いて、サファイヤ基板1の温度を1150℃に保持し、 H_2 を20 l/分、 NH_3 を10 l/分、TMGを 1.7×10^{-4} モル/分の割合で20分間供給し、膜厚1.5μm、キャリア濃度 $1 \times 10^{15}/cm^3$ のGaNから成る低キャリア濃度 n 層4を形成した。次に、サファイヤ基板1を900℃にして、 H_2 を20 l/分、 NH_3 を10 l/分、TMGを 1.7×10^{-4} モル/分、DEZを 1.5×10^{-4} モル/分の割合で1分間供給して、膜厚0.1μmのGaNから成る1層5を形成した。このようにして、図2(a)に示す

4

ような多層構造が得られた。次に、図2(b)に示すように、図2(a)の多層構造のウェーハに対して太い刃物(例えば、250μm厚)を用いたダイシングにより1層5から低キャリア濃度 n 層4、高キャリア濃度 n^+ 層3、パッファ層2、サファイヤ基板1の上面一部まで格子状に所謂ハーフカットにて切り込みを入れる。次に、図2(c)に示すように、試料の上全面及び側面(垂直面)に、試料の回転を伴うアルミニウムの蒸着によりAl層11を0.3μmの厚さに形成した。そして、そのAl層11の上にフォトレジスト12を塗布して、フォトリソグラフィにより、そのフォトレジスト12が高キャリア濃度 n^+ 層3及び1層5に対する電極部が残るように、所定形状にパターン形成した。

【0010】次に、図3(d)に示すように、フォトレジスト12をマスクとして下層のAl層11の露出部を硝酸系エッチング液でエッチングし、フォトレジスト12をアセトンで除去し、1層5の電極7を形成した。尚、図4は、この工程完了状態におけるウェーハを上から見た平面図を示す。次に、図3(e)に示すように、細い刃物(例えば、150μm厚)を用いたダイシングによりAl層11が蒸着されたサファイヤ基板1を切り離して個片とし、高キャリア濃度 n^+ 層3の電極8を形成した。このようにして、図1に示すMIS(Metal Insulator Semiconductor)構造の窒化ガリウム系発光素子を製造することができる。上述したように、本発明に係る発光ダイオードは、従来の n 層の電極のための孔が不要となり、孔を形成するためのエッチングが廃止できることにより、その製造工程が簡素化される。

【0011】そして、発光ダイオード10は電極7、8に形成されたはんだパンプを介して、図5に示すように、リードフレーム20のリード部材21、22に接合される。この時、1層5の電極7はその周囲に形成された高キャリア濃度 n^+ 層3の電極8との電極間距離がほぼ等しいことになる。即ち、発光ダイオード10の電極間を流れる電流を発光領域の部位に拘わらずほぼ同じとすることができる。従って、発光ダイオード10は青色の発光領域における発光ムラをなくすることができると共に発光強度を向上させることができた。又、本実施例の発光ダイオード10においては、高キャリア濃度 n^+ 層3に接続するようにアルミニウムにて側面を覆って電極8が形成されている。このため、1層の電極7の上部及びその近傍に位置している発光領域から側面側に逃げようとする光が上方に反射されることになり、更に、発光ダイオード10の発光強度が向上される。

【0012】図6は、上述の実施例における図3(d)の工程完了状態におけるウェーハを上から見た平面図である。図4に対応した他の実施例の平面図を示す。尚、同じ構造から成る部分については上述の実施例と同じ符号を付してその説明を省略する。上述の実施例では図2(b)に示す工程で図2(a)の多層構造のウェーハに対して格

5

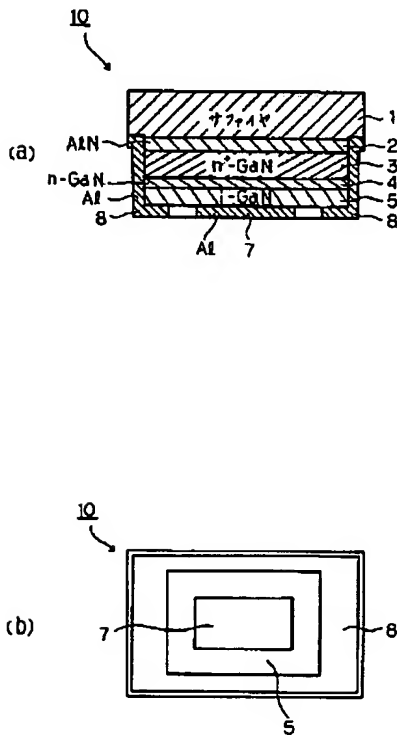
子状に切り込みが入れられているが、本実施例では、縦方向のみに同様の切り込みが入れられている。そして、1層5の電極7とn層の電極となるAl層11とをウェーハの周辺に示す縦のカッティングライン $L_1 \sim L_6$ 及び横のカッティングライン $W_1 \sim W_6$ より切り離して個片とされる。図7は、上述の実施例における図3(e)に対応し、個片とされ高キャリア濃度 n^+ 層3の電極8が形成された状態を示す縦断面図である。このようにして、上述の実施例と同様のMIS構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が製造される。本実施例における発光ダイオードにおいても、従来のn層の電極のための孔が不要となり、孔を形成するためのエッチングが廃止できることにより、その製造工程が簡素化される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の具体的な一実施例に係る発光ダイオードを示した構成図である。

【図2】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程を示した縦断面図である。

【図1】



6

【図3】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程を示した図2に続く縦断面図である。

【図4】同実施例に係る発光ダイオードの製造工程の途中におけるウェーハの状態を示した平面図である。

【図5】同実施例に係る発光ダイオードとリードフレームとの接合状態を示した部分縦断面図である。

【図6】本発明に係る発光ダイオードの他の実施例における製造工程の途中におけるウェーハの状態を示した平面図である。

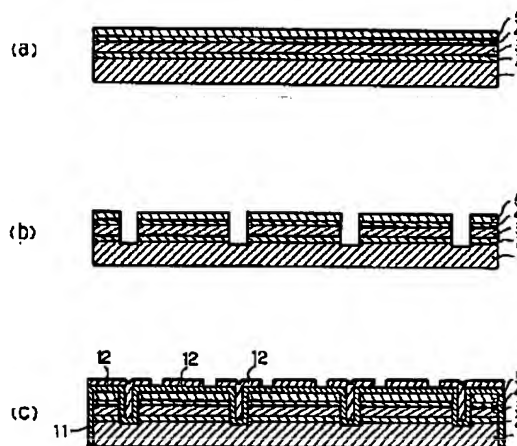
10 【図7】本発明に係る発光ダイオードの他の実施例における製造工程の最終段階を示した縦断面図である。

【図8】従来の発光ダイオードとリードフレームとの接合状態を示した部分縦断面図である。

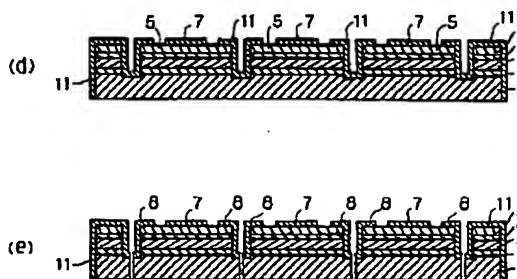
【符号の説明】

1-サファイヤ基板 2-バッファ層 3-高キャリア濃度 n^+ 層
4-低キャリア濃度n層 5-i層 7, 8-電極
10-発光ダイオード

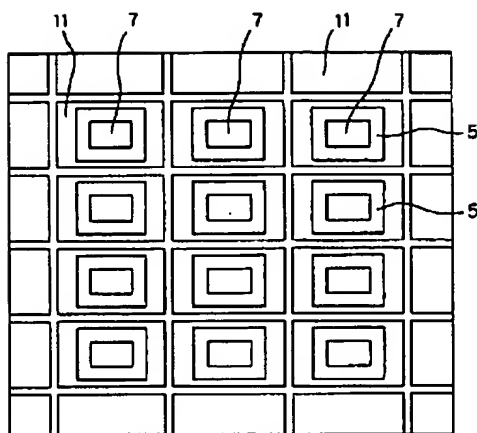
【図2】



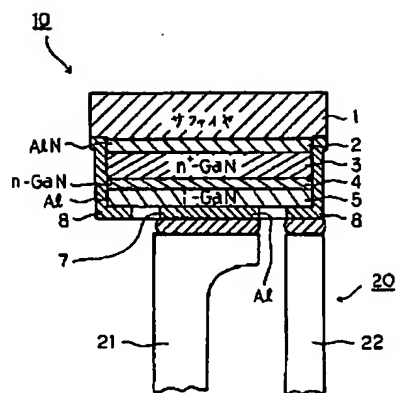
【図3】



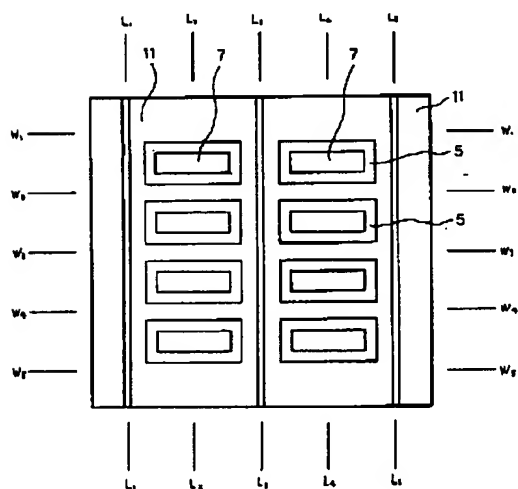
【図4】



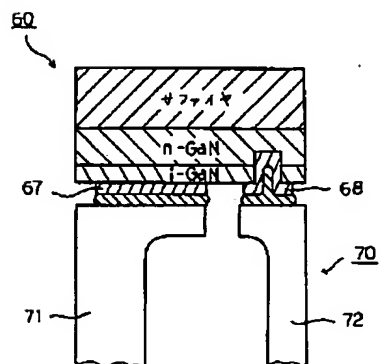
【図5】



【図6】



【図8】



【図7】

